

着地の安定性に影響を及ぼす要因についての一考察

——男子平行棒の後方伸身宙返りおりの場合——

清水紀人*・竹本正男**

(昭和 59 年 12 月 1 日受付)

Ein Studium über die Sicherheitsfaktoren bei der Landung

——Über die Sicherheitsfaktoren von einem Übungsteil “Salto rw. gestreckt in den Stand sl.” am Barren der Männer——

Norihito SHIMIZU und Masao TAKEMOTO

In einem Studium des Salto rw. gestreckt in den Stand sl. am Barren der Männer wurden Sicherheitsfaktoren bei der Landung untersucht.

Die Untersuchungsmethode war folgendermaßen: Alle Ausführungen wurden mit 16 mm Zeitlupenfilmkamera gefilmt und gleichzeitig von den Beobachtern beurteilt.

Die Analyse besteht zum einen aus einer Filmanalyse (16 mm Zeitlupenfilmkamera und Motion-Analyzer) und zum anderen aus einer Analyse der Landungssicherheitsfaktoren, die aus Beobachterbeurteilungen stammen.

Bei der Analyse wurde die Körperbewegung in drei Phasen (erste Phase: vom Handstand bis kurz vor Lösen des Stützgriffs, zweite Phase: vom Lösen des Stützgriffs bis kurz vor Berühren des Bodens, dritte Phase: Stand) aufgeteilt.

Die Unterschiede und Ähnlichkeiten bei der Änderung von Hüftwinkel und Körperhaltung in den Phasen eins, zwei und drei wurden analysiert.

Es wurden vier Ergebnisse festgestellt:

1. Beobachterabzüge beim Salto rückwärts gestreckt gibt es hauptsächlich für die Höhe und die Landung. Bei Landungsunsicherheit gibt es trotz richtiger Haltung und richtiger Technik wenig Punkte. Die Beobachter haben bei K. Gushiken und M. Kanemoto Landungssicherheit festgestellt.
2. Aus der Hüftwinkeländerung in der ersten Phase ergab sich kein merklicher Einfluß auf die Landungssicherheit. Jedoch ist anzunehmen, daß beim “Schnepferschwung” zwischen der Schulterbewegung sowie dem Arm-Rumpf-Winkel eine Beziehung zur zweiten und dritten Phase besteht.
3. In der zweiten Phase konnte man bei der Körperbewegung von K. Gushiken und M. Kanemoto feststellen, daß die Flugbewegung im Vergleich zu den anderen untersuchten Personen nach oben groß und die Vor- und Rückwärtsbewegung klein war. Weiterhin besteht eine enge Beziehung zwischen Flugbewegung nach oben sowie Lage der Drehachse und der Landungssicherheit.
4. In der dritten Phase ist für die Landungssicherheit der Hüftwinkel und in noch größerem Ausmaß die Landestelle und die entsprechende Körperhaltung wichtig.

1. はじめに

今日の体操競技大会における選手の自由演技構成及び難度数は、WK I₆注¹⁾、WK II₆注²⁾、WK III₆注³⁾のいずれをとっても差異がみられず、強国といわれるソ連、中

国、日本の新技開発や演技構成に対する方向性は、統一化され類似性を示す傾向がある。

1984年に行われたロスアンゼルス・オリンピック大会はこのような傾向の中で、今までにない大量の 10 点満

* 体育方法学研究室, ** 体操Ⅱ研究室

点が出され、演技内容に対する優劣の判定を非常に難しいものにしたことは記憶に新しいものがある。そして、この大会で劇的な初制覇をなしとげたアメリカチームの勝利の鍵となった要因として、演技での過失の少なさもさることながら、終末技での着地の成功が大きく影響していたことが報告されている。このように、構成及び難度面での差異がみられない現状にあっては、実施における過失が競技結果を左右することは明白であり、採点規則に示されている実施に対する減点を最少限におさえるような現場での技術指導を一層強化しなければならないといえるであろう。

本研究は、実施に対する優劣を決定する要因のひとつであり、体操競技にとって必要不可欠とされている着地に視点を置き、技の一連の運動経過が着地にどのような影響を与えているかを明らかにしようとするものである。

体操競技における着地は、今日の競技傾向からすれば、その重要性について今さらいうまでもないことであるが、これまでの体操競技の研究は、その多くが、技術分析や指導に関するものであり、着地に関する先行研究は非常に少なく、体育学関係の文献等をみてもこの方面の科学研究が殆んどされていない現状である。本論を進めるにあたり、ここでは、現在の体操競技界において、着地がどのように定義されているかを述べることにする。

体操競技における着地を、森、佐藤¹⁾らは「ゆか運動での宙返りやとび上がりなどから足上におりること、また、各器械種目での終末技からマット上に両足でとびおりる終末動作のこと。」と述べている。また、金子²⁾は「空中において着地の先取りがなされ、体の緩衝機能を使って安全に接地すること。」と述べている。

したがって、これらのことを、現在の男子6種目(ゆか、あん馬、つり輪、跳馬、平行棒、鉄棒)に当てはめてみると、以下の3つに分類することができる。

(1)、ゆかでのタンブリング技における着地動作。

ゆか運動の場合の着地動作は、2つに大別される。一方は組み合わせ技における連続運動の中での着地動作であり、これらは個々の技をいかにリズムカルにしかも正確に連続させるかを最大の目的としたものであって、常に運動の融合局面に対する先取りを必要とする運動形態である。そしてもう一方は、いわゆる、体操競技での直立姿勢をとる各タンブリング技の終末動作や終末技である。これらは、いずれも採点規則に記されている条項に相応した姿勢形態をとることはもちろん、減点対象とな

表 1 被検者の特徴

被検者名	年 齢 (才)	身 長 (cm)	体 重 (kg)	競技歴 (年)
N. K.	28	156.6	52.5	15
K. G.	26	162.4	57.3	15
T. O.	23	161.3	52.3	11
S. M.	26	170.2	69.8	14
H. O.	21	157.2	52.0	10
M. K.	21	169.5	65.4	10

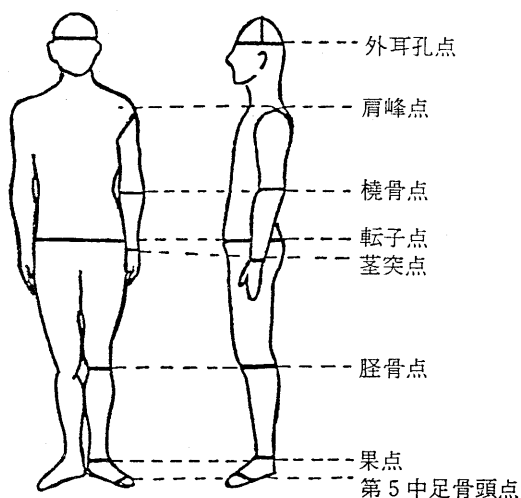


図 1 ランドマーク貼布部分

り得る動作を行うことなく実施されなければならず、それぞれの目標達成のための運動の先取りを必要とする運動形態である。

(2)、跳馬での第2局面からの着地動作。

跳馬の場合の着地動作は、第2局面における運動経過の終了を意味し、マイネル³⁾の「ダイナミックな運動のあとの非常にバランスの取りにくい状態にもちこむこと。」、すなわち、着地を止め直立姿勢になるための運動の先取りを必要とする運動形態である。

(3)、他の4種目での終末技における着地動作。

ここでいう4種目とは、あん馬、つり輪、平行棒、鉄棒のことである。これらの種目の場合の着地動作は、最低11部分の技の組み合わせによって構成される全運動経過の終了を意味し、(1979年度版体操競技採点規則による)着地を止め直立姿勢になるための運動の先取りを必要とする運動形態である。

このように、着地に対する意味内容は、様々な要素を含んでおり、各器械種目により着地状況も異なると考え

表 2 各被検者の採点結果の比較

被検者名	得点順位	平均得点	平均減点数を 引いた得点	最高得点	最低得点	最高・低を含ま ない平均得点
M. K.	1	0.967	0.967	1.1	0.8	0.975
K. G.	2	0.850	0.817	1.0	0.8	0.825
S. M.	3	0.817	0.767	0.9	0.7	0.825
T. O.	4	0.717	0.750	0.8	0.6	0.725
N. K.	5	0.683	0.667	0.8	0.6	0.675
H. O.	6	0.517	0.534	0.6	0.4	0.525

1.20 を満点とする。

られるが、本研究では、特に演技内容の優劣を決定する際に、明確にあらわれてくる終末技の着地についての検討を行うこととした。

2. 方 法

体操競技における技の優劣の判定は、採点規則を媒介として審判員によって行われる。したがって、技の運動構造の科学的分析を行う上で、技の『できばえ』に対する評価と計測結果を対比させることは、体操競技の研究にとって非常に意義のあるものと考えられる。そこで本研究は、平行棒運動の終末技でありロスアンゼルス・オリンピック大会規定演技に取り入れられ、終末技の基本技として一般化されている後方伸身宙返りおりを抽出し、その『できばえ』を計測資料と観察者の評価に基づく調査資料の両側面から検討を試みた。

被検者は、現在、ナショナル強化選手である4名と日本体育大学体操競技部 OB 2名の計6名を選出した。各被検者の特徴は、表1に示すとおりである。観察者は、FIG 公認の国際審判員4名と、JGA 公認の1種審判員資格を有する2名の計6名を選出した。

被検者は、全身・黒色のスーツを着用し、身体左側にランドマークを貼付した。(図1)

被検者の演技は、LOCAM 16 mm 高速度カメラ(被写体と直交するように側方 30 m の距離をとり、地上 2.2 m の高さに平行棒に対し水平に設置)が用いられ、撮影コマ数は 100 fps であった。

観察者は被検者の実施に際し、規定解説書と現行の採点規則に基づいて作成された調査用紙にしたがい、実施に対する採点及び評価を行った。

分析は、NAC SPORTIAS GP-2000 を使用し、各被検者によって実施された後方伸身宙返りおりのキネマトグラフ及び運動軌跡図を作成し、肩: 肩峰点、腰: 大転子点、足: 第5中足骨頭点、重心点の4部位を抽出し、これらの4部位の支持点を中心とした位置変化、位置変

化に伴う所要時間、腰角度、肩角度、肩の傾斜角度を求めた。

調査用紙からは、各被検者の採点結果、減点内容とその減点数、安定性の要因についての指摘事項を求めた。さらに、これらの資料を基に、この考察では、後方伸身宙返りおりを以下の3局面に分け各局面での身体変位が着地にいかなる影響を与えているか、また、観察者の指摘事項と相応しているかを検討し、それぞれの類似性及び特異性を明らかにした。

1. 局面 1

倒立時から離手時まで。

2. 局面 2

離手後から足がマットに接地する前まで。

3. 局面 3

着地時。(足裏全体がマットに接地した時まで)

3. 結果と考察

(1) 調査資料について

観察者の採点結果は、表2に示したとおりである。このことから、被検者 M. K の採点結果が、最も優位であることが認められた。

また、平均得点と平均減点数を価値点から差し引いた得点に対する序列は同一であったが、M. K を除いた他の被検者はいずれも平均得点より平均減点数を差し引いた得点が低いことが認められた。このことは、観察者が単に実施に対する減点部分のみを抽出し採点を行うのではなく、各被検者の『できばえ』の質をも踏まえた全運動経過に対する採点方法によって採点されたために生じたものと推察される。次に、体操競技における採点規則に基づいた有効点算出方法²⁾による得点結果であるが、K. G, S. M とともに同得点となり、他の得点算出方法によって得られた得点の序列との相異が認められた。しかし、両被検者の最高・最低得点、あるいは、その他の算出方法等によって得られた結果を比較することによ

表 3 各被検者の実施に対する減点内容の比較

被検者名	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	減点合計
N. K.	0.8	0	0.2	0	0	1.0	0	2.0
K. G.	0.3	0	0.1	0	0	0	0	0.4
T. O.	0.9	0	0.4	0	0	0.5	0	1.8
S. M.	0.4	0.1	0.4	0	0	0.3	0.1	1.2
H. O.	1.0	0	0.5	0	0	1.2	0	2.7
M. K.	0.1	0	0.1	0	0	0	0.1	0.2

ア. 宙返りの浮きが不足している。

イ. 宙返りで腰が曲がる。

ウ. 着地位置が支持点より前後にずれる。

エ. 空間または着地の時バーを握る。

オ. 宙返りをかかえこみまたは屈身で行う。

カ. 宙返りの際小さく踏み出すまたはとび上る。あるいは演技後の姿勢が良くない。

キ. 実施に対する熟練性がみられる。

り, 明らかに K. G の実施に対する評価が S. M の評価より優位であるといえる。

各被検者の実施に対する減点内容と減点数は, 表 3 に示したとおりである。このことから宙返りの浮き, 着地に対する減点が大半を占めており, H. O は全被検者の中でそれらの内容に対する減点が最も多く, 他の被検者と比較し 2 倍近い減点がなされていることが認められた。ここで特に注目されることは, K. G, M. K の着地に対する減点内容が, 一般条項に示されている減点内容とは異なる規定解説書に示されている着地位置に関するものであったことである。また, 採点結果による序列と, 宙返りの浮き, あるいは着地の減点等の合計値の序列が類似していることから, これらの減点内容が後方伸身宙返りおりの『できばえ』に対し重要な要因であると同時に, 宙返りの浮きそのものが着地を成功させるために何らかの影響を与えているものと推察される。

各被検者に対する観察者からみた安定性の要因については, 表 4 に示したとおりである。着地に対する安定性の要因が指摘されたのは, K. G, M. K の 2 名であり, M. K は全項目に対して安定性の要因が指摘されていることが認められた。そして, 各項目に対する安定性の要因は各被検者に指摘されていたが, 特に着地に対して指摘された K. G, M. K の採点結果が優位であることから, 後方伸身宙返りおりにおける着地の安定性, すなわち, 着地を成功させることは, 一連の運動経過の中で最も大切なことであり, 『できばえ』に対する評価の最大の要因と考えることができるわけである。換言すると, 着地に対して安定性があると認められない実施は, 姿勢面あるいは技術面等においていかに優れていても高い評価を得ることはできないということになる。

表 4 安定性がみられた際の要因

被検者名	高さ	姿勢	技術	着地
N. K	0	4	1	0
K. G	0	4	1	2
T. O	0	2	0	0
S. M	1	1	4	0
H. O	0	0	0	0
M. K	5	2	4	2

数字は観察者の人数を示す。

(2) 分析資料について

a) 局面 1: 倒立時から離手時まで

局面 1 における腰角度^{注4)}変位は, 図 2 に示したとおりである。これによると, 振動動作において全被検者とも, 腰の伸展, 屈曲, 伸展の 3 変化が認められた。倒立時からの伸展動作においては, 全被検者とも腰角度が 200 度を上回る値を示しており, その中でも, K. G の値は, 222.63 度と特に優位であることが認められた。

屈曲動作開始時から終了時に至るまでの所要時間と屈曲度との関係は, K. G, M. K の 0.35 秒とも最大であったが, 屈曲度については K. G: 68.46 度, M. K: 82.16 度と 13.70 度もの差位が生じ, 両被検者に対する類似性は認められず, K. G は N. K と M. K は T. O と類似性を示す傾向があった。同様に, 屈曲動作終了時から離手時に至るまでの所要時間と伸展度との関係を検討したが, K. G, M. K に対する類似性は認められなかった。したがって, 局面 1 における腰角度変位が着地の安定性

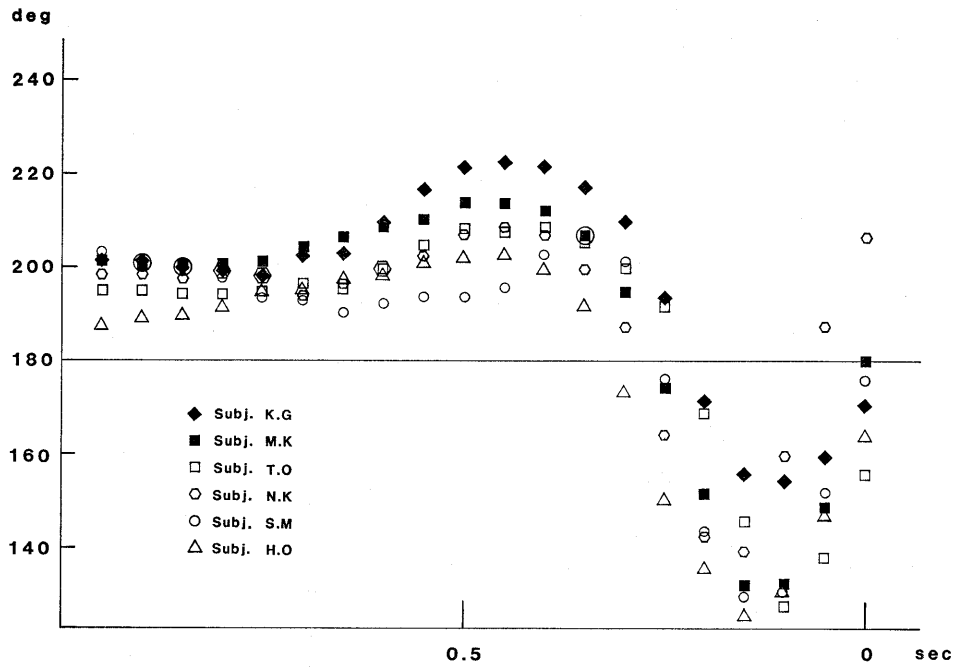


図 2 局面1における腰角度変位

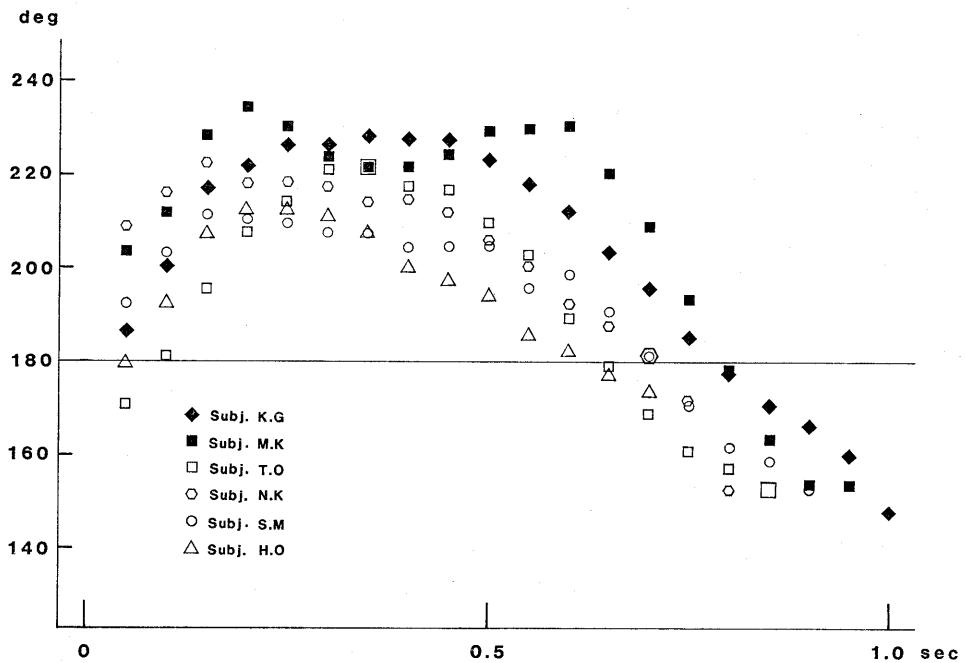


図 3 局面 2・3 における腰角度変化

表 5 肩の最大傾斜時における肩・腰角度の比較
(a) 最後傾斜時

被検者名	傾斜角度	肩角度	腰角度
N. K.	33.84	49.49	187.54
K. G.	24.31	55.00	170.13
T. O.	23.19	46.01	155.08
S. M.	36.41	59.51	175.85
H. O.	39.67	62.06	164.05
M. K.	26.56	60.37	179.88

(b) 最前傾斜時

被検者名	傾斜角度	肩角度	腰角度
N. K.	24.84	37.71	206.86
K. G.	24.44	40.75	217.16
T. O.	33.02	24.30	199.63
S. M.	30.96	55.92	195.73
H. O.	29.30	40.98	202.87
M. K.	27.80	36.76	212.02

(c) 最前・後傾斜時の合計傾斜角度及び肩角度

被検者名	傾斜角度		肩 角 度	
	合 計	差	合 計	差
N. K.	58.56	9.00	87.20	11.78
K. G.	48.76	0.12	95.75	14.25
T. O.	56.22	9.82	70.31	21.71
S. M.	67.37	5.45	115.44	3.58
H. O.	68.97	10.37	103.05	21.07
M. K.	54.36	1.23	97.14	23.60

表 6 離手時における肩・腰・肩の傾斜角度の比較

被検者名	傾斜角度	肩角度	腰角度
N. K.	29.05	69.95	206.53
K. G.	24.31	55.00	170.13
T. O.	23.19	46.01	155.08
S. M.	36.41	59.51	175.85
H. O.	39.67	62.06	164.05
M. K.	26.56	60.37	179.88

に何らかの影響は与えているものと考えられるが、直接的な要因としては、結びつかないものと推察される。

肩の傾斜角度、肩開角度、腰角度の関係を示したのが、表 5 (a)、表 5 (b)、表 5 (c)、表 6 である。このことから、N. K. を除いた各被検者の最後傾斜角度は、離手時の傾斜角度であることが認められた。

最後傾斜時における M. K.、K. G. の傾斜角度と肩開角度に対する肩角度の値が両被検者ともに 30 度を上回り、いわゆる、脇を開いた動作が行われていることが認

表 7 局面 2 における支持点を中心とした各身体部位の最前・後方移動値の比較

(a) 重心 (単位は cm)

被検者名	前 方	後 方	移動合計	移動差
N. K.	14.79	15.63	30.42	0.84
K. G.	20.33	-6.87	13.46	13.46
T. O.	17.27	12.00	29.27	5.27
S. M.	9.26	35.88	45.14	26.62
H. O.	2.03	76.39	78.42	74.36
M. K.	26.24	-19.38	6.86	6.86

(b) 肩

被検者名	前 方	後 方	移動合計	移動差
N. K.	37.62	18.46	56.08	19.16
K. G.	49.95	23.10	73.05	26.85
T. O.	36.43	25.12	61.55	11.31
S. M.	27.02	28.62	55.64	1.60
H. O.	14.03	48.88	62.91	34.85
M. K.	59.24	25.27	84.51	33.97

(c) 腰

被検者名	前 方	後 方	移動合計	移動差
N. K.	18.01	26.67	34.68	8.66
K. G.	28.00	10.39	38.39	17.61
T. O.	26.73	25.59	52.32	1.14
S. M.	15.47	50.13	65.60	34.66
H. O.	7.02	70.22	77.24	63.20
M. K.	26.60	-16.85	9.75	9.75

(d) 足

被検者名	前 方	後 方	移動合計	移動差
N. K.	92.49	90.48	182.97	2.01
K. G.	108.49	81.84	190.33	26.65
T. O.	100.08	99.50	199.58	0.58
S. M.	88.88	119.61	208.49	30.73
H. O.	56.53	129.33	185.86	72.80
M. K.	115.13	75.18	190.31	39.95

とが認められた。したがって、これらのことから、両被検者の振動動作は、肩の前後移動の少ないしかもバランスのとれた動作であることが推察される。

最前傾斜時における腰角度は、全被検者ともに 180 度を上回る伸展姿勢であり特に K. G.: 217.16 度、M. K.: 212.02 度の値が優位であることが認められた。

b) 局面 2: 離手後から足がマットに接地する前まで局面 2 における腰角度変位は、図 3 に示したとおりである。これによると、全被検者とも最大腰角度は 200 度

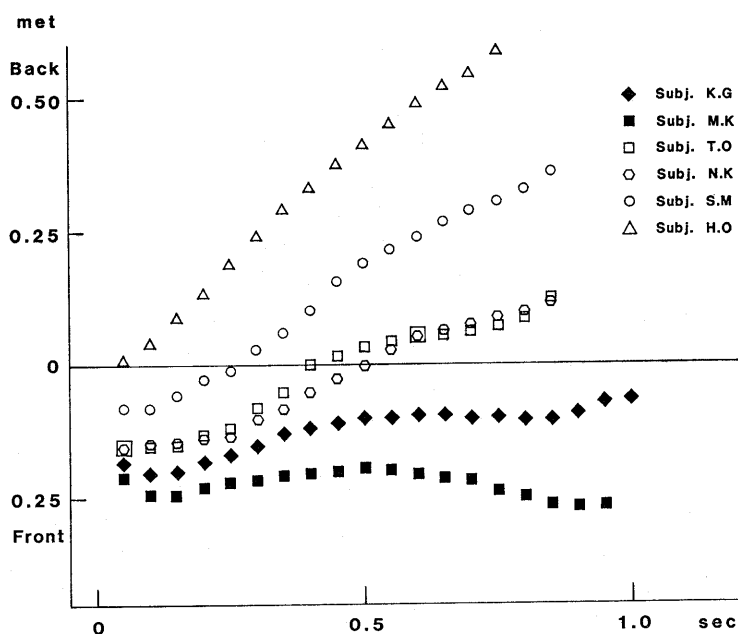


図 4 局面 2・3 における支持点を中心とした重心の前後移動変位

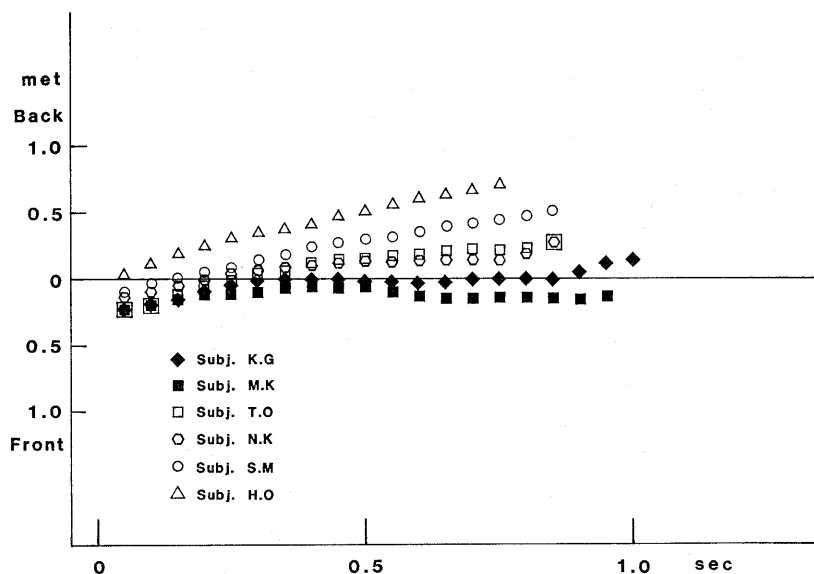


図 5 局面 2・3 における支持点を中心とした腰の前後移動変位

められた。また、K.G, M.Kともに肩の最前・最後傾斜時における傾斜値が小さく、前後に対する傾斜角差が他の被検者と比較し0.12度、1.23度と非常に小さいことを上回る値を示していたが、特にM.K: 234.62度、K.G: 228.02度は他の被検者と比較して優位であること

が認められた。また、M.K, K.Gは200度を上回る腰角度所要時間が、他の被検者と比較し長期間であることが認められた。したがって、腰の伸展度と伸展動作に対する姿勢維持時間は、相応しているものと推察される。

ここで注目される点は、M.Kの腰角度が他の被検者

表 8 局面 2 における支持点を中心とした各身体部位の最高移動値の比較 (単位は cm)

被検者名	重 心	肩	腰	足
N. K.	90.70	61.86	95.60	170.59
K. G.	100.70	66.54	106.71	186.04
T. O.	83.94	61.20	90.34	171.70
S. M.	94.19	63.70	100.20	186.42
H. O.	86.81	61.57	91.91	174.55
M. K.	116.30	86.67	122.95	206.73

と比較し早期に最大値を示し、減少した後に再び増加していることである。この現象は他の被検者にはみられないものであり、姿勢維持時間に大きく関与しているものと推察される。

次に、各被検者の支持点を中心とした最大移動変位値を示したのが、表 7 (a)、表 7 (b)、表 7 (c)、表 7 (d)、表 8 である。このことから、K. G、M. K の重心、腰、足の 3 部位において、いずれも後方に対する移動変位値が他の被検者と比較し、小さいことが認められた。

また、上方に対する移動変位値は、M. K、K. G が各身体部位ともに優位であり、特に M. K の値は、他の被検者と比較し、20 cm 近くも上回っていることが認められた。

また、重心、腰の支持点を中心とした前後移動変位は、図 4、図 5 に示したとおりである。このことから K. G、M. K の重心の移動が全運動経過において支持点より前方で行われ、移動変位値もそれぞれ K. G: 13.46 cm、M. K 6.86 cm と、他の被検者と比較し小さいことが認められた。腰については、ほとんど前後に対する移動変位が認められず、一定の状態を保ちながら支持点上に最も近い位置での上下移動が認められた。以上のことから、M. K、K. G はともに高位置での身体運動が展開され、支持点を中心とした前後運動ではなく上下運動が行われていることが推察される。そして、両被検者とも腰の前後移動の範囲が他の被検者と比較し、きわめて小さいことからして腰付近を回転軸にした後方伸身宙返りおりを実施しているものと推察される。したがって、K. G、M. K の両被検者が観測者から高い評価を得、着地に対する安定性が認められたことから察すれば、各身体部位の昇昇状態と後方伸身宙返りおりの回転軸となり得る身体部位は、着地の安定性に影響を及ぼす大きな要因といえよう。

c) 局面 3: 着地時

局面 3 における腰角度変位は、図 3 に示したとおりである。これによると、H. O の 173.60 度を除けば他の被

検者とも大きな相異は認められなかった。したがって着地時の腰角度は、直接着地の安定性に影響を及ぼす要因とはなり得ないものと推察されるが、H. O の腰角度と観測者による評価とを対比した場合、H. O の腰角度は、明らかに着地を成功させるために不利な要因となっているものと推察される。

各身体部位の位置については、K. G、M. K の両被検者が支持点より前方に位置しており、肩、重心についても同様な結果が認められた。

したがって、このことが、着地位置の減点として、観測者から指摘されたものと推察される。

4. ま と め

この考察は、男子平行棒の後方伸身宙返りおりの着地を、安定させる要因を明らかにしようとしたものである。ここでは、観測者の評価結果に基づいた各被検者の動作分析を、3 局面に分類し実施した。

(1) 観測者による被検者に対する減点は、その大半が宙返りの浮きと着地に関するものであり、着地に対して安定性があると認められない実施は、姿勢面、技術面等がいかに優れていても高い評価は得られなかった。

(2) 局面 1 (倒立時から離手時まで。)における腰角度変位は、着地の安定性に影響を及ぼす要因とは直接結びつかず、肩の傾斜角度に伴う肩開角度の関係が、いわゆる、あふり動作に関与し離手後の全運動経過に対し影響を与えていた。

(3) 局面 2 (離手後から足がマットに接地する前まで)での K. G、M. K の身体位置変位は、他の被検者と比較し上方への変位が大きく前後に対する変位が小さい。また、各身体部位の昇昇状態と後方伸身宙返りおりの回転軸となり得る身体部位は、着地の安定性に影響を及ぼす大きな要因といえる。

(4) 局面 3 (着地時: 足裏全体がマットに接地した時まで。)での着地の安定性に影響を及ぼす要因は、着地時の腰角度以上に着地位置とこれに伴う各身体部位の位置によって決定される。

注 記

注 1) WKIb: 団体総合競技自由。

注 2) WKII: 個人総合競技。

注 3) WKIII: 種目別決勝競技。

注 4) 腰角度: 肩峰点、転子点、脛骨点の 3 点を結んだ角度。

注 5) 有効点算出方法: 最高・最低点を含まない中間点を平均することによって算出する方法。

引用文献

- 1) 佐藤友久, 森 直幹: 体操辞典, 道和書院, p. 152
1978 年.
- 2) 金子明友: 体操競技のコーチング, 大修館書店,
p. 453, 1974 年.
- 3) K. マイネル著, 金子明友訳: マイネルスポーツ運
動学, 大修館書店, p. 159, 1981 年.